



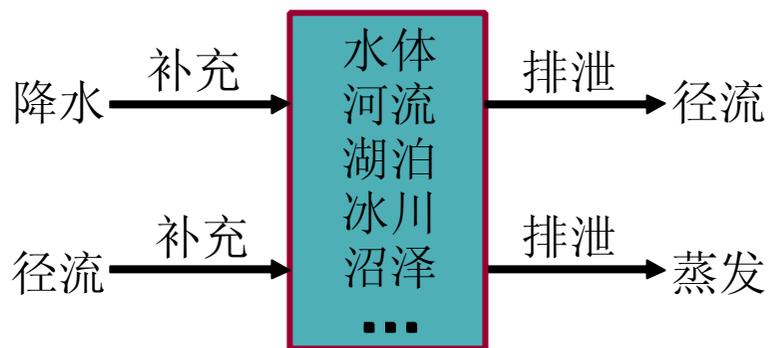
2.2 地表水资源

2.2.1 基本概念

地表水资源——是指河流、湖泊、冰川、沼泽等一切地表水体的总称。

地表水资源量——是指河流、湖泊、冰川、沼泽等地表水体的动态流量。

对于任何一个自然水体而言，它并不是封闭的，总存在着水量的补充和排泄，水量平衡关系如下所示：



对于一个流域整体：降雨=径流+蒸发，即： $P = R + E$

对于一个水体：水资源总量=河川径流量+地下水补充量-重复计算量，即：

$$W + R + R_g - R_r$$



2.2.2 地表水资源的形成过程

地表水资源的形成主要受降水、径流和蒸发过程的影响，降水、径流、蒸发是决定区域水资源状态的三要素，水体水量的多少依赖于三要素之间的定量关系。因此研究地表水资源的形成过程即是研究降水过程、径流过程和蒸发过程，以及三者之间的相互关系及影响。

(1) 降水过程

① 降水形成

水蒸气遇到冷气流-凝结-重力下落。是地表水资源（水体）的主要来源。降水对水资源量的影响最直接，决定一定地域的地表水资源总量。

② 降水的表示方法

降水量、降水历时、降水强度等参数来表示，称降水三要素。

降水量—降落在不透水平面上的雨水深度 h 或单位面积上的雨水量 q 来表示。

降水历时—降水所经历的时间，用 t 表示，以年、月、日、时、分钟为单位。

降水强度—单位时间的降水量，用 i 表示。有平均降水强度、瞬时降水强度。

降水频率—单位时间的降水次数。

3参数制约区域在一定时间内降水的总量，即制约水体水量补给的丰富程度，因此影响水资源的可利用程度和可利用量。



③ 降水的均匀性

降水具有时空分布特征，它直接影响降水能够补给区域水资源（水体）的可能性和贡献量，降水的可利用量与降水的均匀程度密切相关。

a) 降水量极值比

指单位时间内的所有降水中，最大降水量与最小降水量的比值，用**Ka**表示。计算简单方便，但有很大的偶然性，因此引用变差系数**Cv**更为科学。

b) 降水量变差系数

数理统计中用均方差与均值之比作为衡量系列数据相对离散程度的参数，称为变差系数**Cv**，也称离差系数或离势系数。年降水量变差系数**Cv**可用下式表示。

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

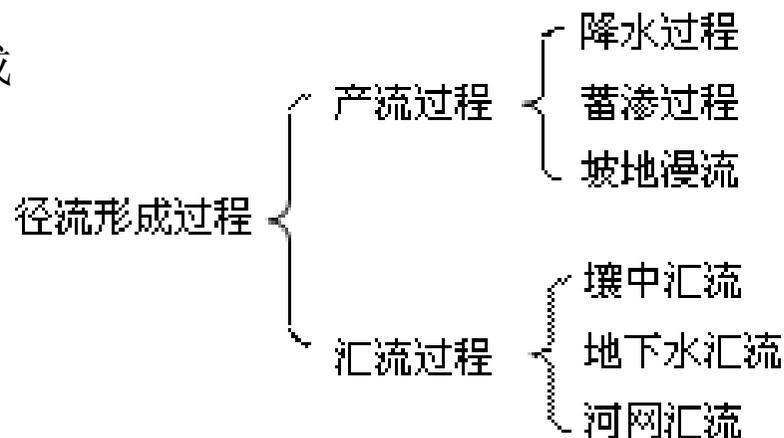
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

年降水量变差系数**Cv**表示所有降水偏离年平均降水量的程度，可说明降水的均匀性，**Cv**值越大，说明年降水量的年际变化越大，反之就越小。



(2) 径流过程

① 地面径流的形成



② 径流的表示方法

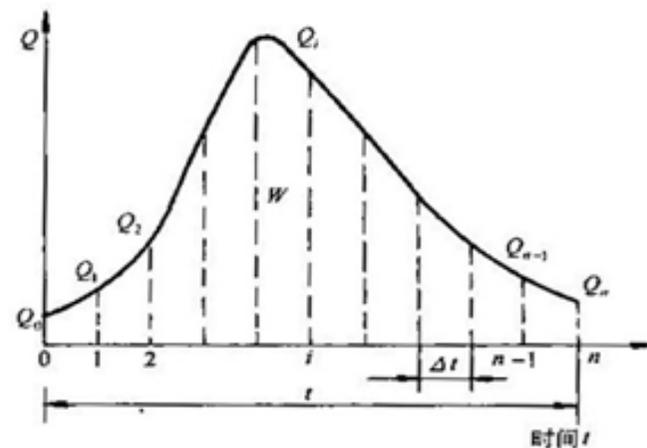
径流用径流量、径流总量、径流模数、径流深度、径流系数等参数来表示。

③ 径流过程曲线

$Q \sim t$ 曲线称为径流过程曲线。

④ 地表径流的影响因素

降水形式、降水强度、降水历时、降水时空分布、地形地貌、地质条件、植被条件、河槽分布、河网结构等，同时受径流补给类型的影响。





(3) 蒸发

包括水面蒸发、土壤蒸发、植物表面蒸发，三者合在一起称为陆面蒸发。

水面蒸发：水体表面的蒸发过程，反映当地的大气蒸发能力。

影响因素有气温、湿度、日照、辐射、风速等气象指标。

土壤蒸发：地表土壤中所含的水分向大气中蒸发的过程，反映当地土壤的湿润程度。

不仅受上述指标影响，更主要的是受到土壤中水分含量的制约。

植物蒸发：植被叶茎表面所含的水分向大气中蒸发的过程。

陆面蒸发量受蒸发能力和降水条件的制约，湿润又高温地区较大；干旱地区较小。而且前者的陆面蒸发量与水面蒸发量比较接近，后者的陆面蒸发量与水面蒸发量相差甚远。

$$\begin{aligned} \text{陆面蒸发深度} &= \text{水面蒸发深度} + \text{土壤蒸发深度} + \text{植物表面蒸发深度} \\ &= \text{流域内平均降水深度} - \text{平均径流深度} \end{aligned}$$

我国蒸发量分布特点是由东南向西北递减。水面蒸发量地区分布见表2.2.2。



(4) 干旱程度

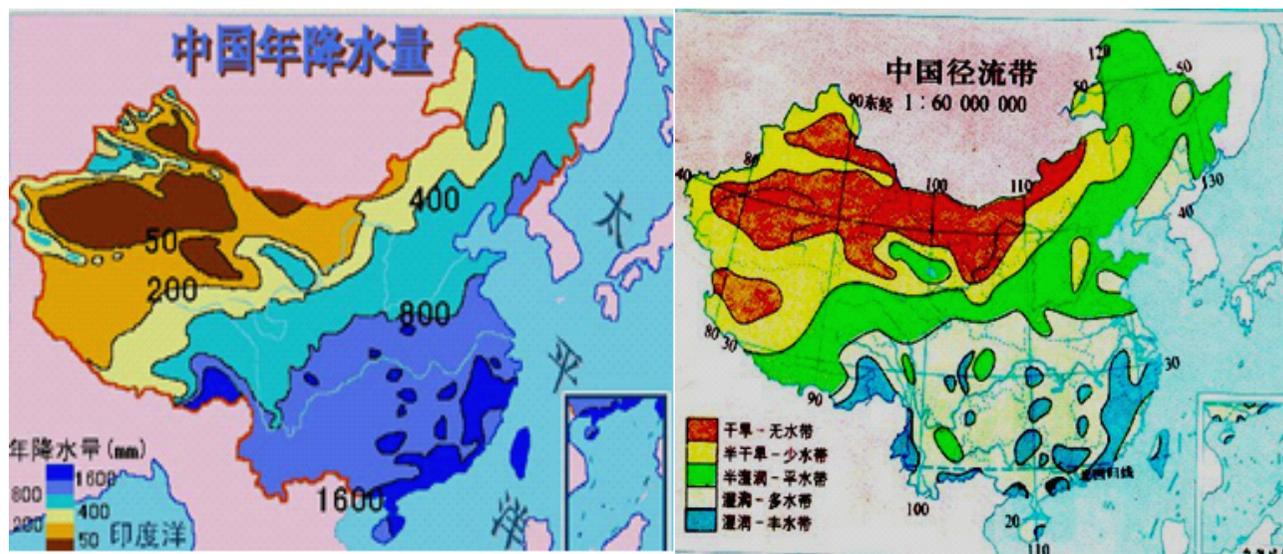
气象、水资源状况指标，用干旱指数表示。其概念是某一地区的年水面蒸发量与该地区年降水量之比值。

$$\gamma = \frac{E_0}{P}$$

$\gamma > 1.0$ ，说明蒸发量大于降水量，表示该地区的气候较为干旱；

$\gamma < 1.0$ ，说明蒸发量小于降水量，表示该地区的气候比较湿润。

我国南北地域跨度较大，气候条件差异很大，表现在干旱指数上各地区的 γ 值的变化范围就很大。 γ 值最低的小于0.5，如长江以南、东南沿海地区； γ 值最大的超过100，如吐鲁番盆地的托克逊站，干旱指数高达300以上。



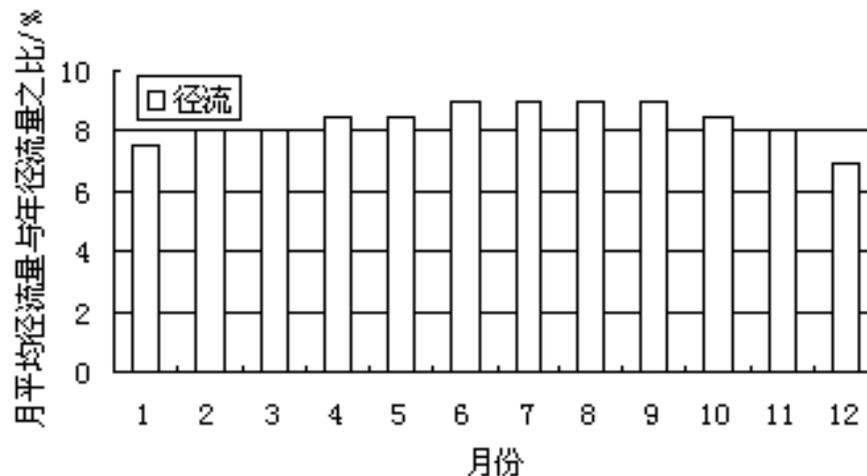
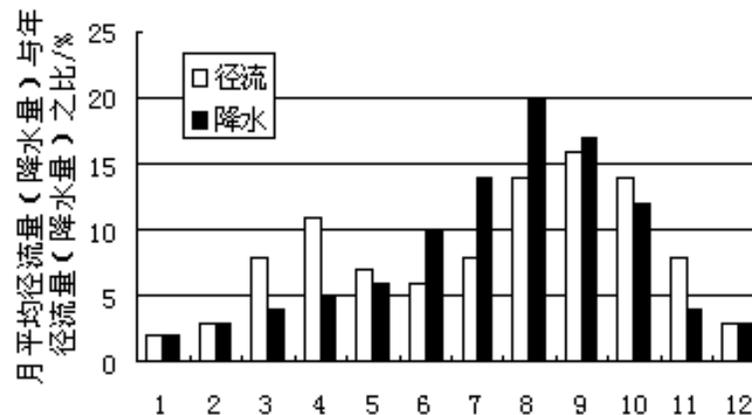
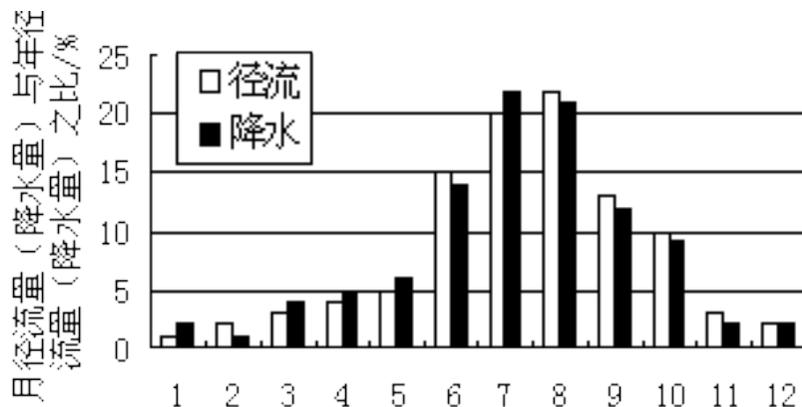


2.2.3 地表水的水文特点 (自学)

2.2.4 地表水的补给

(1) 补给类型

按补给水的来源划分主要有四种类型：雨水补给、积雪融化补给、雨雪混合补给、地下水补给。





(2) 河流补给类型的转变

河流补给形式并不是一成不变的，当条件发生变化时原有的补给类型会随着发生转变。

对于雨水补给型河流，主要依靠降雨补给径流量，形成径流具有流量大而且直接的特点，但补给时间受降雨历时的限制明显，在降水较少的季节或年份，雨水补给量减少，其它补给形式的水量将会增多；

对于地下水及冰川融雪补给河流，具有延长补给时间、补给具有长期性、并具有调蓄能力等特点，但是随着气候的变化，其补给类型也会发生转变。

由于气候条件和降水量等发生变化，河流的水量及水位将发生变化，当河水水位低于地下水位时，地下水便形成地下径流，径流渗出补给河川，下切深度大的河道经常发生此种情况。这说明了地表水和地下水的整体性。

因此，应该将降水补给的短暂性设法延长，将其转移为地下水或冰川融雪补给，换句话说即要人为地维持地下水量和冰川积雪容量，即保护地下水和冰川融雪。



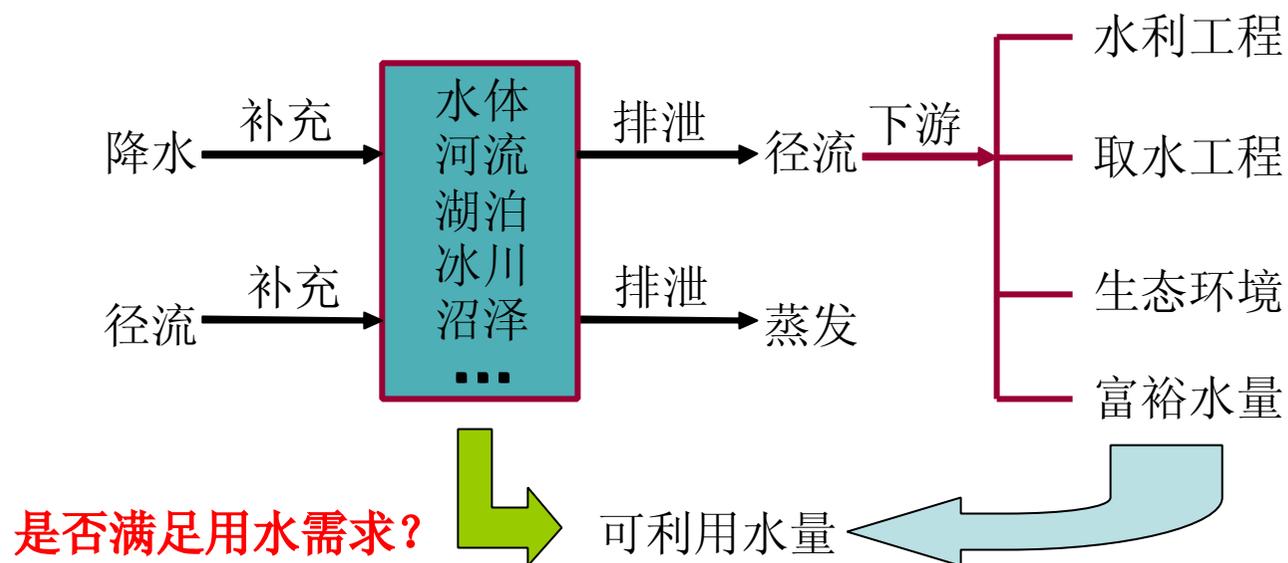
2.2.5 地表水的可利用性

(1) 地表水可利用性评价要素

可利用性评价要素主要包括：水量可利用性、水质可利用性、技术经济可行性、环境影响评价等。

(2) 可利用性分析

① 水量可利用性





降水量+径流输入量 = 蒸发量+下游利用量+可利用量

可利用量=（降水量+径流输入量）-（蒸发量+下游利用量）

可利用水量 = 实际开采量的极限

- ◆ 当实际开采量 \leq 可利用水量时，不会影响水体本身的水量平衡；也不会发生与下游已建水利工程、取水工程、及生态环境需水量竞争水源的情况。属于合理取水，符合可持续发展的原则。
- ◆ 当实际开采量 $>$ 可利用水量时，水体的水量支出项增大，取水量将会严重影响水体本身的水量平衡，水体正常蓄水量将会不断减少，水体表面面积也会不断缩小，水面蒸发量减小，影响当地大气的湿润程度，继而影响到当地的生态环境平衡。
- ◆ 由于所开采水量过量截留输出项，与下游已建水利工程、取水工程、及生态环境需水量发生竞争水源的现象，造成下游可利用水量不足，影响下游工农业生产，同时引起下游生态环境缺水、生态逐渐恶化。这种取水属于掠夺性开采，不符合可持续发展的原则。

因此，评价一个水体的水量可利用性，需要按照可持续发展的原则，不仅考虑当地的发展及生态环境，也要顾及下游工农业生产需要及生态环境平衡。



② 水质可利用性

进行水资源可利用性分析，少不了对水质的监测，如果水质能够达到一定的标准，水量才有可能被利用。

我国对水体的水质已经进行了分类，制定了划分水质《地面水环境质量标准》（GB3838-2002）。地表水的水质被划分为五类，称Ⅰ类水源，Ⅱ类水源，Ⅲ类水源，Ⅳ类水源和Ⅴ类水源。

Ⅰ类和Ⅱ类水源水质良好，经过简单的处理及消毒后可供生活饮用；Ⅲ类水源水质受到轻度污染，经过常规净化处理（如混凝、沉淀、过滤、消毒等）可供饮用。Ⅳ类及Ⅴ类水源属于不合格或水质较恶劣水源，水体已经造受到严重污染，不能作为生活饮用水源，部分可以作为农业及林牧用水。

③ 技术经济可行性

地表水的可利用性，应考虑水源被处理达到目标水质的技术可行性，同时要考虑取水工程费用和处理成本及一次性投资，即技术经济可行性评价。

④ 环境影响评价

因为从水体中取水，水体的总水量或水量平衡会受到一定的影响，最终可能会影响到水体周围的环境与生态，直至影响到周边居民的生活环境，因此要对取水工程进行环境影响评价。